

# A BUSCA DE GRANDEZA – (IX)\*

## Conhecimento, Experiência e Programas Navais (Parte 2)

*“Knowledge is the only instrument of production  
that is not subject to diminishing returns”*

J. M. Clark

**ELCIO DE SÁ FREITAS\*\***  
Vice-Almirante (Ref<sup>o</sup>-EN)

---

### SUMÁRIO

Introdução
Submarinos e Base Logística de Defesa no Reino Unido
Origem das dificuldades no Programa Astute
Atuação do Governo na obtenção de submarinos, antes da classe <i>Astute</i>
Mudança na atuação do Governo
O Programa Astute antes da assinatura do contrato
Da formulação dos requisitos até a seleção do contratado principal
Negociações de contrato
Disposições básicas do contrato
Primeiros anos após o contrato
Causas das dificuldades nos primeiros anos do contrato
Dificuldades
Renegociações do contrato
Estado atual
Apoio Logístico Integrado
Lições do Programa Astute
Apêndice: Marcos cronológicos do Programa Astute

---

\* Continuação da série publicada no 3º trim./2006; no 2º trim./2007; nos 1º, 2º, 3º e 4º trim./2011; e nos 2º, 3º e 4º trim./2012.

\*\* Serviu na Diretoria de Engenharia Naval de dezembro de 1981 a agosto de 1990, tendo sido seu diretor de abril de 1985 a agosto de 1990.

## INTRODUÇÃO

No artigo precedente desta série [9], ressaltamos a importância de conhecimento e experiência em programas navais. Apresentamos condicionantes e princípios básicos sobre obtenção, acumulação e utilização de experiência. Falamos da transformação de experiência em conhecimento. Ressaltamos a importância de aprender com experiências alheias, principalmente quando forem escassas as oportunidades de acumular experiência própria. E consideramos todos esses aspectos no importante programa de obtenção dos submarinos australianos da classe *Collins*. Nossa principal fonte foi a referência [5], ostensiva, elaborada pela Rand Corporation para o Ministério da Defesa da Austrália. Dela extraímos e comentamos lições sobre direção e gerência em grandes programas navais.

Com o mesmo propósito de obter lições práticas mediante o estudo de experiências em outros países, examinaremos brevemente o programa de obtenção dos

submarinos britânicos da classe *Astute*, desta vez apoiados na referência [4], ostensiva, também da Rand Corporation, elaborada para o Ministério da Defesa do Reino Unido.

## SUBMARINOS E BASE LOGÍSTICA DE DEFESA NO REINO UNIDO

Em 2011 o Reino Unido tinha cerca de 64 milhões de habitantes. Segundo o World Bank, possuía então o sétimo produto nacional bruto e a 34ª renda *per capita*. Foi a potência dominante no século XIX. Há quase 200 anos mantém-se entre os países de vanguarda em ciência, tecnologia, indústria e poder militar. Sua Base Logística de Defesa tem permanecido sólida, poderosa, abrangente e em constante evolução, sustentada por sucessões contínuas de programas de defesa e exportações.

Na tabela a seguir convém examinar a sequência de classes de submarinos nucleares britânicos projetados e construídos até o ano de 2010:

Classe	Tipo e nº de Navios da Classe	Tempo entre o Início de Produção da Classe e o Início de Produção da Classe Precedente	Inícios da Produção do Primeiro e do Último Submarino da Classe <sup>1</sup>	Comissionamento do Primeiro Submarino da Classe	Tempo entre o Comissionamento do Primeiro da Classe e o Comissionamento do Primeiro da Classe Precedente	Tempo entre o Início da Produção e o Comissionamento do Primeiro Submarino da Classe	Comissionamento do Último Submarino da Classe <sup>2</sup>
Dreadnought	SSN 1	–	1959	1963	–	4 anos	–
Valiant	SSN 5	2 anos	1961/1966	1965	2 anos	4 anos	1970
Resolution	SSBN 4	2 anos	1964/1965	–/1967	2 anos	4 anos	1968
Swiftsure	SSN 6	5 anos	1968/1976	1972	5 anos	4 anos	1980
Trafalgar	SSN 7	10 anos	1978/1986	1983	11 anos	5 anos	1991
Vanguard	SSBN 4	8 anos	1986/1992	1993	10 anos	7 anos	1999
Astute	SSN 1+3+4	15 anos	2001/–	2010	17 anos	9 anos	–

1 Início da produção é provavelmente o início da construção. Até chegar-se a esse ponto decorrem alguns anos, como se torna claro neste artigo.

2 Todas as datas desta tabela baseiam-se na referência [4], com aproximação de mais ou menos seis meses.

Projeto, construção e manutenção de submarinos requerem uma Base Logística de Defesa altamente especializada e em constante atividade. Nela se destacam vários sistemas que interagem, mas cada um voltado para funções específicas: projeto; construção, testes e provas; segurança; sistema de combate; integração da plataforma e do sistema de combate; avaliação operacional e de engenharia; apoio, manutenção e descarte; e um arquiistema técnico-gerecncial-administrativo-financeiro que impele e articula os demais. Essa complexa estrutura forma-se em décadas de contínuo processo de desenvolvimento e defesa. Resulta de constante interação governamental de defesa com o setor técnico-científico-industrial. Ainda que venha a atingir elevado nível, como no Reino Unido, descontinuidades ou súbitas reestruturações poderão enfraquecê-la. Em países desenvolvidos, essas perturbações logo são percebidas e corrigidas. Nos demais, poderão ser longas, causadoras de retrocessos e extremamente danosas.

“Para projetar e construir submarinos convencionais ou nucleares, as modernas Marinhas e estaleiros precisam de pessoas e organizações habilitadas, com conhecimentos únicos e especiais. Submarinos estão entre os sistemas mais complexos que os países produzem, e o pessoal técnico, projetistas e gerentes de programas que neles trabalham são um acervo de conhecimentos que requerem anos para serem obtidos, e que não podem ser reproduzidos ou substituídos facilmente ou rapidamente.” [4] Além disso,

**Projeto, construção e manutenção de submarinos requerem uma Base Logística de Defesa altamente especializada e em constante atividade. Essa complexa estrutura forma-se em décadas de contínuo processo de desenvolvimento e defesa**

é indispensável ter uma cadeia especial de fabricantes de sistemas, equipamentos e materiais, bem como provedores de serviços específicos para submarinos, além de centros de pesquisa, experimentação e avaliação. Todas essas pessoas e organizações são parte da Base Logística de Defesa.

Até 1985, o Reino Unido já projetara e construíra mais de 30 classes de submarinos convencionais e cinco de submarinos nucleares. Vários estaleiros britânicos haviam construído submarinos de propulsão diesel, dos quais os últimos foram os da

classe *Upholder*. Porém o estaleiro da Vickers em Barrow construíra 24 dos 27 submarinos nucleares, e os três restantes couberam ao estaleiro Cammel Laird. A partir de 1970, todos os submarinos nucleares britânicos passaram a ser construídos no estaleiro da Vickers em Barrow. Com nacionalizações e posteriores desnacionalizações na década de 1980 e uma série de fusões e aquisi-

ções, o estaleiro de Barrow mudou de dono pelo menos oito vezes, mas sempre associado à Vickers. Em 1995 a GEC Marconi adquiriu a Vickers e o estaleiro de Barrow. E em 1999 ele passou a pertencer à BAE Systems, resultante da fusão da British Aerospace com a GEC Marconi.

Quanto às instalações de nucleares de produção de vapor para a propulsão de submarinos (*nuclear steam raising plant*, abreviadas como NSRP), a Rolls-Royce tornou-se o seu único provedor para os submarinos britânicos. Além disso, a Rolls-Royce era e é a responsável pela manutenção das NSRPs dos submarinos

em serviço, incluindo o reabastecimento de combustível nuclear na metade da vida útil dos submarinos. Até 1985, o reabastecimento de combustível nuclear e os reparos principais de submarinos nucleares cabiam exclusivamente ao estaleiro da Marinha Real (RN) em Devonport, depois privatizado.

Portanto, na década de 1980, era amplo e sólido o conhecimento e a experiência da Base Logística do Reino Unido para projetar, construir e manter submarinos. Mas fatores político-econômicos são também fundamentais num programa naval.

Quando se iniciaram os estudos para o Programa *Astute*, na década de 1980, 20 submarinos nucleares do Reino Unido já haviam sido construídos ou estavam em construção. Não se previam grandes dificuldades. Mas grandes dificuldades surgiram. Causaram hiato excessivo entre o início da construção do primeiro submarino da classe *Astute* e o primeiro da classe anterior, a *Vanguard*. Ele durou 15 anos. Outras dificuldades surgiram, resultantes ou não desse hiato. No entanto, como país desenvolvido, o Reino Unido não tardou a identificá-las e vencê-las<sup>3</sup>. Os prejuízos em custos e prazos ainda foram aceitáveis e incidiram principalmente sobre o primeiro submarino da classe. As lições foram logo aproveitadas.

## ORIGEM DAS DIFICULDADES NO PROGRAMA ASTUTE

Num programa de obtenção de submarinos em países desenvolvidos, normalmente decorriam oito a 12 anos entre a declaração formal da necessidade de uma nova classe e o comissionamento do seu primeiro sub-

marino<sup>4</sup>. O sucesso de um programa, em termos de custos, prazos e desempenho, depende da experiência e do conhecimento previamente acumulados no Governo e na Base Logística de Defesa, mas também dos condicionantes político-econômicos vigentes.

As principais dificuldades no Programa *Astute* parecem ter-se originado nos condicionantes político-econômicos anteriores ao contrato de projeto e construção. Eles determinaram mudanças nos requisitos iniciais; reduziram a ação técnico-gerencial do Ministério da Defesa do Reino Unido (MOD); causaram grande hiato entre a classe *Astute* e a imediatamente precedente, a *Vanguard*; enfraqueceram temporariamente a base logística dedicada a submarinos; e supuseram que riscos, atribuições e responsabilidades até então concentrados no MOD pudessem ser assumidos rápida e vantajosamente pelo setor privado. Essas ações e suposições determinaram todo o processo que levou ao contrato de projeto e construção dos três primeiros submarinos da classe *Astute*<sup>5</sup>, assinado em março de 1997, cerca de dez anos após os estudos iniciais para uma classe de submarinos sucessora da *Trafalgar*.

Nos condicionantes político-econômicos mencionados, destacam-se a mudança no cenário de ameaças resultante do fim da Guerra Fria e a ascensão do neoliberalismo econômico, propugnador da redução do papel dos governos em favor de um setor privado menos regulamentado e mais eficiente, supostamente apto até mesmo a assumir vantajosamente várias funções e riscos de defesa tradicionalmente governamentais. Buscava-se reduzir as despesas militares e os gastos com as funções de

3 O contrato para projeto e construção do *Astute* foi assinado em março de 1977. A dimensão dos problemas e seu impacto sobre o programa começaram a emergir em meados de 2002 [4].

4 Esse período de tempo tem crescido após 1990.

5 A classe *Astute* é de submarinos nucleares de ataque (SSNs). Os três primeiros são o *Astute*, o *Ambush* e o *Artful*.

governo e, ao mesmo tempo, aumentar a eficiência das atividades no País.

### ATUAÇÃO DO GOVERNO NA OBTENÇÃO DE SUBMARINOS, ANTES DA CLASSE *ASTUTE*

Até o programa de obtenção da classe *Vanguard*, o arquiistema técnico-gerencial-administrativo-financeiro que impelia e articulava os demais na base logística de projeto e construção de submarinos compunha-se do MOD com a RN.

Era a RN que estabelecia os requisitos para uma nova classe de submarinos, baseada em prospectivas missões necessárias e conceitos de operação. A partir daí, desencadeava-se um intenso processo técnico-operativo-gerencial no MOD e na RN, sob a direção do *director general of submarines* (DGSM), realizado por engenheiros e arquitetos navais do Governo, envolvendo o setor operativo de submarinos e outras organizações. A referência [4] descreve as linhas gerais desse processo. Pode-se concluir que ele equivalia a todas as fases que, em nossa Marinha, denominamos como *exequibilidade, concepção e preliminar e contrato*. Sua finalidade era produzir um projeto e respectivas especificações que seguramente permitissem ao contratado principal<sup>6</sup> prever custos e

prazos, bem como detalhar os planos de construção, realizar a construção, efetuar testes e provas e prover os demais serviços necessários à obtenção de um submarino que viesse a cumprir todos os requisitos de segurança e operação.

Concluídas as especificações de contrato, o Procurement Executive Office<sup>7</sup> no MOD também iniciava contratos com vários fabricantes de sistemas e equipamentos principais, para fornecê-los ao estaleiro construtor sob o título de Government Furnished Material (Material Fornecido pelo Governo).

Com todas essas ações, o MOD atuava como autoridade de projeto (*design authority*)<sup>8</sup> e contratado principal<sup>9</sup>. Até esse ponto, o estaleiro construtor tinha muito pouca atuação no processo decisório. “Apesar de o MOD procurar, para construir o submarino, um estaleiro especialista em arquitetura naval e em sistemas e estruturas da plataforma de submarinos, o MOD e a RN tinham centenas de engenheiros e projetistas desenvolvendo os sistemas iniciais e desenhos de arranjo que constituíam a base para o contrato e o projeto de detalhamento da construção.” [4] Havia então, no Governo, significativa especialização técnica, com grande amplitude e profundidade. O Royal Corps of Naval Constructors (RCNC) e os oficiais engenheiros da RN suplementavam os recursos técnicos do MOD.

6 Neste artigo empregaremos a expressão *contratado principal* para designar o que na língua inglesa se denomina *prime contractor*. Ele é a entidade que assina um contrato de grande envergadura e se responsabiliza quase totalmente pela sua execução. Para isso, contrata outros participantes e por eles se responsabiliza. Até a classe *Vanguard*, inclusive, havia dois contratados principais do MOD para construir submarinos nucleares: um estaleiro (a partir de 1970, sempre a Vickers em Barrow) e a Rolls-Royce. Esta última fornecia a instalação nuclear geradora de vapor (NSRP).

7 O Procurement Executive Officer foi estabelecido em 1971 como a única agência de obtenção de material militar do MOD.

8 “A Joint Service Publication 430 define *design authority* como uma organização com competência profissional e autoridade para especificar requisitos, realizar tarefas de projeto, aplicar gerência de configuração a projetos e documentações associadas, e ao mesmo tempo monitorar a eficácia dessas atividades para um dado estado do material.” [4] Uma outra definição de *design authority* encontra-se adiante.

9 No caso, o MOD atuava como contratado principal do próprio governo britânico.

O estaleiro realizava o projeto de detalhamento e a construção, mas com boa dose de supervisão do MOD. A equipe de projeto do MOD, juntamente com várias equipes especialistas em equipamentos e seções de peritos dentro do MOD, fornecia informações para o projeto de detalhamento e aprovava decisões técnicas. A equipe do Principal Naval Overseer (PNO), apoiada por organizações que supervisionavam a fabricação de itens críticos, tinha aproximadamente 50 pessoas permanentemente no estaleiro, para supervisionar a qualidade do produto e as atividades de construção, testes e comissionamento. “Utilizando o PNO, o MOD tinha um mecanismo para assegurar independentemente que um submarino nuclear tivesse o seu projeto de construção de acordo com as especificações de contrato e fosse construído obedecendo a esse projeto, pronto para aceitação final. O PNO podia aprovar pequenas alterações e fornecer uma avaliação profunda de prazos e custos.” [4]

“Os testes dos componentes, subsistemas e sistemas do submarino eram realizados por uma organização composta de membros do estaleiro, da tripulação do submarino e do MOD. Ela preparava as agendas de testes e os critérios de aceitação, realizava os testes e documentava os resultados. Quando se aproximava a data de entrega do submarino, o *captain submarine acceptance* (CSMA) fazia inspeções intermediárias e, na inspeção final, verificava se a qualidade geral era suficiente para permitir que o submarino fosse para o mar. Nesse processo era necessário que o diretor-geral de Submarinos declarasse que os detalhes do contrato haviam sido cumpridos e que o CSMA afirmasse que o submarino estava

apto para o serviço. O processo era visível a todas as partes interessadas, tanto do governo como do estaleiro.” [4]

“O MOD tinha uma ação muito forte durante todo o processo de projeto e construção. Ele assumia a responsabilidade total pelos aspectos principais de desempenho e fornecia a maior parte dos sistemas e equipamentos para o estaleiro. Assumia todos os riscos e os administrava por atuação direta. Uma equipe de custos no estaleiro colhia dados sobre o projeto e a construção, usando-os para ajudar a informar o estado dos custos dos programas em andamento, assim como para estimar custos de futuros submarinos.” [4]

Em resumo, antes da classe *Astute*, o MOD e a RN tinham grandes recursos técnicos e desempenhavam papel principal como projetista inicial, integrador de sistemas e autoridade de projeto. Durante esse período, o estaleiro Barrow construiu 24 submarinos nucleares.

## MUDANÇA NA ATUAÇÃO DO GOVERNO

Até a classe *Vanguard*, inclusive, o governo do Reino Unido empregou uma grande infraestrutura administrativa e técnica para obter um novo submarino. A RN e o MOD realizavam o projeto preliminar do submarino e especificavam claramente os padrões técnicos para seu projeto de detalhamento e construção. Em todo o processo, o MOD mantinha as funções *design authority* e *technical authority*<sup>10</sup>. Com essa estrutura governamental e o setor privado, o Reino Unido conseguiu projetar e construir seis classes de submarinos nucleares,

10 Em projeto e construção de navios de guerra, é importante o conceito e a designação de autoridade de projeto e autoridade técnica. Há várias autoridades num programa novo. A Marinha americana, por exemplo, faz distinção entre autoridade de projeto e autoridade técnica.

O papel da autoridade de projeto é estabelecer para o projetista as especificações ou regras. Essas geralmente se baseiam no conceito de submarino que foi selecionado nos estudos de concepção que prece-

num total de 26 navios, entre 1959 e 1994. Certamente foi um feito notável.

Com a ascensão do neoliberalismo econômico durante a década de 1980, o governo britânico procurou reduzir seu tamanho e transferir muitas de suas responsabilidades para o setor privado. Certamente, o propósito foi diminuir os custos do governo e aumentar a eficiência e a competitividade nacionais. Iniciaram-se reformas governamentais para tais fins. Elas abrangeram até mesmo o Ministério da Defesa e a obtenção de submarinos nucleares.

“Dentro da comunidade de submarinos, as mudanças de diretrizes eliminaram organizações inteiras, incluindo a de PNO e a de CSMA, que haviam possibilitado a necessária supervisão do projeto e construção de todas as classes precedentes de submarinos nucleares. Além disso, o RCNC, uma organização-chave de supervisão, cessou o recrutamento de novos membros.” [4]

“Em se tratando de submarinos nucleares, o governo tinha que reter responsabilidades em questões-chave de segurança em operações, e também experiência para prover supervisão e orientação.” [4]

“Até a classe *Vanguard*, o MOD serviu como contratado principal. Tinha um forte papel no projeto e na construção. Assumia total responsabilidade pelos aspectos principais de desempenho e fornecia ao estaleiro os projetos preliminares e a maior parte dos equipamentos.” [4] No entanto, passou-se a acreditar que um poderoso contratado principal no setor privado poderia realizar melhor, e a um custo menor, essas

funções do MOD e que a competição para o papel de contratado principal levaria à inovação e redução de custos.

Nas ciências físicas e naturais, não se aplica generalizadamente uma teoria sem que ela tenha sido comprovada sistematicamente. Não sucede o mesmo em ciências sociais. Aí, novas ideias podem tornar-se artigos de fé e excederem seu apropriado campo de aplicação. Só após insucessos é que são corrigidas ou limitadas. Isso ocorreu no Programa *Astute*, como adiante se verá.

Com o MOD pressionado a reduzir muito seus recursos de projeto e a transferir para o setor privado muitas das suas responsabilidades, ele passou a tratar do projeto e da construção do *Astute* segundo a diretriz de “observar, mas não tocar” (“*eyes on, hands off*”) [4].

O projeto do submarino deveria agora ser realizado por um contratado principal do setor privado, que passaria a ser a autoridade de projeto. E o MOD teria que formular requisitos e especificações que não viciassem a competição entre uma organização experiente em projeto de submarinos (a *Vickers Shipbuilding Engineering Limited*) e outros competidores bem menos experientes. Mas o MOD também deveria assegurar que o submarino resultante cumprisse os propósitos da RN. Daí surgiram grandes dificuldades.

Para assegurar bons resultados para um projeto de navio de guerra, suas fases iniciais, até as de concepção e preliminar, requerem interações essenciais da orga-

---

dem o projeto propriamente dito. A autoridade de projeto deve ser consultada e aprovar, ou não, quaisquer mudanças na especificação do projeto.

A autoridade técnica é a especialista em várias áreas, tais como casco, engenharias mecânica e elétrica, segurança do submarino e projeto e engenharia do navio. Ela é responsável por estabelecer padrões técnicos em cada área e avaliar o risco, se durante o projeto e a construção houver desvios desses padrões.

Para serem eficazes, a autoridade de projeto e a autoridade técnica precisam de pessoal capaz e experiente, cuja especialidade seja predominantemente técnica e de engenharia [4]. Há países em que só existe a autoridade de projeto, com todas as atribuições mencionadas acima.

nização de projeto com as de operação e manutenção da Marinha. Esta é a principal razão de todas essas fases terem sido realizadas dentro das próprias Marinhas de guerra até 1980. Transferir as fases de concepção e preliminar para um contrato principal cria uma grande barreira de comunicação técnico-operativa, quase intransponível se for adotada a diretriz de “*eyes on, hands off*” após a contratação. O MOD tinha que superar esse obstáculo, maior ainda diante de potenciais contratos principais sem notável experiência em projeto e construção de submarinos. Certamente foi essa a razão de ter incluído 15 requisitos de alto nível e 13 mil requisitos técnicos no contrato do *Astute*. Por outro lado, esse extraordinário número de requisitos contratuais criava um problema inédito: o contratado principal teria que demonstrar, e o MOD verificar, que eles foram cumpridos, além de garantir que o submarino estaria seguro para a operação. Após algum tempo, esse problema levou a reduzirem-se para 3 mil o número de requisitos no contrato original para os três primeiros submarinos. Ainda assim, a documentação necessária para aceitação desses submarinos foi extraordinária.

Ocorreram atrasos e custos excessivos nos primeiros anos do contrato para os três primeiros submarinos. Em dezembro de 2003 ele foi modificado. Seis anos haviam decorrido desde a sua assinatura. E “os contratos para os quatro últimos submarinos da classe *Astute* baseiam-se nas especificações de projeto estabelecidas durante o desenvolvimento do projeto dos três primeiros, e não num conjunto de requisitos.” [4] Nesses contratos, um aspecto principal é a cessação da atitude de “*eyes*

*on, hands off*” do Governo na condução do programa. O MOD retomou seu papel de autoridade de projeto e assumiu a maior parte do risco, especialmente do risco financeiro. Também se restabeleceu a presença da equipe do PNO no estaleiro. Em suma, o MOD agora assegura continuamente que o processo de projeto e construção cumpre os requisitos de contrato. Chegou-se a um meio-termo entre a antiga e a nova atuação do Governo na obtenção de submarinos nucleares.

### O PROGRAMA *ASTUTE* ANTES DA ASSINATURA DO CONTRATO

Além da mudança da atuação governamental para obter submarinos nucleares após a classe *Vanguard*, o Programa *Astute* teve outros condicionantes anteriores à assinatura do seu contrato original em março de 1997.

Os primeiros estudos para a classe *Astute* ocorreram na década de 1980, ainda durante a Guerra Fria. Ela seria a sucessora da classe *Trafalgar*, derivada da *Swiftsure*. Pretendia-se que a classe *Astute*, então designada por SSN20, tivesse capacidade operativa muito superior à da *Trafalgar*, para opor-se aos avanços soviéticos em guerra antissubmarino e em capacidade submarina de lançamento de mísseis balísticos. O projeto da SSN 20 seria não evolutivo<sup>11</sup>. Teria melhor instalação propulsora nuclear, muito maior poder de fogo, suite de sonar integrada, casco resistente maior e com novo aço, melhores características de ocultação, e superfícies de controle modificadas para prover maior agilidade. O custo não era então um limitador principal, mas as primeiras estimativas mostraram

11 Projeto não evolutivo é aquele que inclui grandes alterações em relação aos projetos das classes imediatamente anteriores, seja pela sua própria concepção geral ou por incorporar novas tecnologias ainda não comprovadas em extenso serviço no mar. Geralmente é de alto risco.

que seria bem superior ao das classes de SSNs precedentes.

Quase ao final dos estudos de exequibilidade, caiu o Muro de Berlim (novembro de 1989). Com isso, mudaram os requisitos. Os estudos foram reiniciados em 1990, agora sob o título de *Batch 2 Trafalgar Class* (B2TC). Controle de custos passou a ser o principal objetivo. O Projeto B2TC seria evolutivo, derivado da *Trafalgar*, mas com um novo sistema tático de armas em desenvolvimento para atualização das classes *Swiftsure* e *Trafalgar*, e com a NSRP da *Vanguard*.

Não seriam introduzidas outras alterações, exceto as exigidas por modernos requisitos de segurança e contra obsolescência. A nova classe usaria sistemas e módulos de classes em serviço. “Considerou-se que o programa seria de baixo risco. No entanto, o propósito inicial de o novo projeto ser um avanço

modesto em relação ao da classe *Trafalgar* foi demasiadamente otimista: os requisitos iniciais levariam a um deslocamento de 7 mil toneladas, em vez das 5.200 toneladas do *Trafalgar*. Além disso, a estimativa inicial de que somente quatro dos 13 sistemas principais requereriam novos projetos subestimou o impacto dos requisitos para o B2TC e superestimou a disponibilidade dos sistemas existentes, pois dez dos 13 sistemas tiveram que ser novos ou extensamente modificados.” [4]

Requisitos regulatórios nucleares anteriores e posteriores ao contrato também influíram no programa, em cujos primeiros anos houve grande insistência em aplicarem-se requisitos regulatórios nucleares

na área de defesa com o mesmo rigor com que eram aplicados no setor civil. Modificaram-se processos regulatórios, tanto do NII (Nuclear Installations Inspectorate, do Health and Safety Executive) como do CNNRP (Chairman Naval Nuclear Regulatory Panel, designado pelo MOD como o seu regulador). Mais tarde, a BAE Systems argumentou que as pressões regulatórias da década de 1990 aumentaram muito os custos para desenvolver os processos de segurança e a respectiva documentação. Para detalhes, consulte-se a referência [4].

**Considerou-se que o programa seria de baixo risco. No entanto, o propósito inicial de o novo projeto ser um avanço modesto em relação ao da classe *Trafalgar* foi demasiadamente otimista**

*Da formulação dos requisitos até a seleção do contratado principal*

Em 1992 provavelmente o MOD já concluíra pelo menos uma versão dos requisitos contratuais para o B2TC, renomeado classe *Astute*, pois adjudicou estudos de contrato a potenciais con-

tratados principais. Eles eram: 1) a VSEL (Vickers Shipbuilding Engineering Limited); 2) a GEC Marconi; 3) a Rolls-Royce and Associates; e 4) a British Aerospace. Desses, somente a VSEL tinha experiência em projeto e construção de submarinos nucleares, tendo construído quase todos eles em seu estaleiro de Barrow-in-Furness. E a Rolls-Royce sempre fora a contratada única do MOD para fornecer e manter as NSRP de todos os submarinos nucleares.

A partir dessa solicitação de estudos aos quatro potenciais contratados principais, decorreram quase cinco anos até a assinatura de contrato com a GEC Marconi, em março de 1997. Para isso certamente influíram a drástica mudança de atuação

do Governo para obter submarinos e o final da Guerra Fria.

No contrato a ser assinado, previa-se não somente a construção dos três primeiros submarinos da classe, mas também serviços para seu apoio durante vários anos.

Em outubro de 1993 e julho e 1994 ocorreram, respectivamente, a solicitação inicial e a final para apresentação de propostas. Para essa fase, os quatro potenciais contratados principais que participaram dos estudos iniciais formaram duas equipes: a GEC Marconi com a British Aerospace, e a VSEL com a Rolls-Royce.

O MOD começou a avaliar detalhadamente as propostas para decidir qual seria o contratado principal preferido. O custo teve grande peso. A proposta da GEC Marconi pareceu inovadora, além de ser a de menor custo. Prometia utilizar construção modular, montando grandes conjuntos que seriam deslizados para dentro dos anéis do casco resistente. Este seria construído em seções, fabricadas em vários estaleiros do norte da Inglaterra, onde havia alto desemprego, e transportadas para o estaleiro de Devonport. Aí ocorreriam a montagem final e o abastecimento do reator nuclear. No estaleiro de Devonport, quase todos os submarinos nucleares eram mantidos e reabastecidos de combustível nuclear. A construção modular utilizava-se na Suécia e vinha progredindo nos Estados Unidos, onde também progredira o projeto auxiliado por computador, em três dimensões (3D-CAD), também incluído na proposta da GEC Marconi. Dessas duas inovações, esperavam-se reduções em prazos e custos.

A proposta da VSEL pareceu menos favorável. Era mais cara e mais conservadora quanto a riscos de custos. Incluía um esperado aumento de custo da base de fornecedores, pois havia muitos anos não se projetava uma nova classe de submarinos. Contudo, a proposta da VSEL atendia aos

requisitos e era mais realista quanto a custos, como se comprovaria depois.

Em junho de 1995, seis meses antes do término da competição pelo *Astute*, a GEC adquiriu da VSEL o estaleiro de Barrow, que construía a maioria dos submarinos nucleares. Em dezembro de 1995 o MOD selecionou a GEC Marconi como contratante principal preferido para projeto e construção dos três primeiros submarinos da classe *Astute*.

### *Negociações de contrato*

Apesar de a proposta da GEC ter sido a de menor custo, o MOD não a considerou aceitável. Diretrizes do Governo requeriam que seus custos fossem suportáveis antes de assinar-se um contrato. Iniciou-se uma negociação em que o MOD baseou-se em dados de custo da classe *Vanguard* e informações de seus especialistas. Contudo, havia duas áreas sem dados anteriores de custo: a construção modular e o uso de *software* 3D CAD no projeto. Tanto o MOD como a GEC supunham que elas reduzissem muito os custos de projeto e construção. A experiência mostrou que tal suposição foi exagerada. Além disso, a suposição de que apenas quatro dos 13 sistemas principais seriam os mesmos de outras classes também não se concretizou, pois dez desses sistemas tiveram que ser novos ou muito modificados.

Em março de 1997, após longas negociações, o MOD assinou contrato com a GEC a um preço de 2,4 bilhões de libras, bem menor do que o da proposta original da GEC e também menor do que o estimado pelo MOD [4].

### **DISPOSIÇÕES BÁSICAS DO CONTRATO**

A referência [4] cita certas disposições básicas do contrato:

1 – Preço máximo fixo, e preço-alvo (*target cost*) e incentivos para o contratante reduzir custos. Quaisquer aumentos acima do preço máximo seriam absorvidos pelo contratado.

2 – As mesmas configurações para os três primeiros submarinos, visando reduzir custos (a prática recente havia sido a de incorporar sucessivas mudanças).

3 – Serviços de apoio logístico para oito submarinos/ano garantidos ao contratado (supunha-se que assim o contratado faria estudos de alternativas no projeto, para identificar as que reduzissem os custos de apoio em serviço sem deixar de atender os requisitos).

4 – Atribuição formal de autoridade de projeto à GEC Marconi. No entanto, o MOD continuou a ser a *ultimate authority in nuclear safety* (autoridade mais alta em segurança nuclear).

5 – Baixa fração do preço-alvo para servir como reserva de contingência diante de problemas imprevistos durante o projeto e a construção dos submarinos. A reserva era agora de apenas 133 milhões de libras, em vez dos 453 milhões de libras da proposta original da GEC Marconi.

6 – Cláusulas de pagamento determinadas por eventos de produção, tais como quantidade instalada de tubulações para o B2TC, renomeado classe *Astute*, cabos e condutos.

7 – Seguro dos submarinos contra perdas, danos ou responsabilidades para com terceiros basicamente atribuídos ao MOD, assim como a responsabilidade de pagar pelos custos de atualizações requeridas pelas autoridades reguladoras.

A atribuição formal de autoridade de projeto à GEC Marconi e o preço máximo fixo reduziram muito a capacidade de o MOD influenciar no projeto do submarino, pois agora o MOD tinha pouca autoridade para impor certos detalhes de projeto ou

argumentar sobre mudanças no projeto do submarino. Quaisquer mudanças poderiam resultar em riscos ou aumento de custos, que se deveriam evitar.

Os eventos de pagamento ligados a volumes de produção foram contraproducentes. O estaleiro procurou instalar tubulações, cabos e condutos antes de concluir-se o projeto. Assim, muitos tiveram que ser retirados e reinstalados.

Até a assinatura do contrato, o estaleiro de Barrow ficou isolado dos detalhes da proposta e das negociações da GEC Marconi. Quando os viu, percebeu que a equipe da GEC Marconi não entendeu perfeitamente a magnitude do problema que enfrentava e que seria difícil cumprir os termos do contrato.

Com o contrato assinado, o MOD transferiu para um contratado principal do setor privado – a GEC Marconi Major Prime Contracts (GEC MPC) – a maior parte dos riscos e das tarefas que até então assumira como contratante principal dos projetos e construções de submarinos para a RN. O propósito principal dessa drástica mudança era reduzir custos e o envolvimento do Governo em processos de obtenção. O contratado principal, GEC MPC, situado nas cercanias de Londres, passou a ter como seus contratados o estaleiro de Barrow e até mesmo a Rolls-Royce, única projetista e fabricante de NSRPs para os submarinos britânicos, e até então contratante principal do MOD. A categoria de Materiais Fornecidos pelo Governo passou a restringir-se a unidades de equipamentos classificados. Todos os demais deveriam ser obtidos diretamente pelo contratado principal.

Para essa transferência inédita de tarefas, responsabilidades e riscos do MOD para um contratante principal do setor privado, certamente supunha-se que este último pudesse exercer a indispensável e competente supervisão e orientação de seus

contratados. Porém isso requer experiência, tempo e dinheiro. Um processo gradual de transferência seria mais seguro. Transferência rápida provavelmente causaria riscos maiores, soluções mais difíceis, grandes dispêndios e dilatações de prazos, como realmente viria a ocorrer.

## PRIMEIROS ANOS APÓS O CONTRATO

### *Causas das dificuldades nos primeiros anos do contrato*

A referência [4] cita as seguintes causas que dificultaram o progresso do programa nos primeiros anos após o contrato:

1 – Não se planejou a transferência de responsabilidades do MOD para o contratado principal.

2 – Muitos especialistas em projeto e construção de submarinos estavam atingindo a idade de aposentadoria e deixando o MOD e o setor privado.

3 – A administração do contratado principal mudou quando a British Aerospace comprou a GEC Marconi em novembro de 1999, criando a BAE Systems.

4 – A separação física e as diferenças culturais entre o escritório do contratado principal e o estaleiro causaram falta de cooperação e coordenação.

5 – As pessoas que deixavam a comunidade de submarinos e a mudança na administração do contratado principal causaram muitas trocas de liderança no contratado principal e no estaleiro.

6 – Foram subestimados os problemas inerentes ao uso, pela primeira vez, de um complexo *software* para projetar um submarino.

7 – A atribuição formal de autoridade de projeto a um contratado do setor privado resultou numa atitude de “observar, mas não tocar (*eyes on, hands off*)”, que isolou

o MOD dos problemas enfrentados pelo contratado principal.

8 – Tanto o MOD como o contratado principal subestimaram o impacto do longo hiato entre o projeto do *Vanguard* e o do *Astute*.

9 – As taxas de inflação foram superiores às estimadas no contrato.

10 – A BAE Systems superestimou o volume de trabalhos em navios de superfície, no estaleiro de Barrow, causando aumento nas taxas de *overhead* incidentes no *Astute*.

11 – O MOD e a BAE Systems subestimaram os riscos de custos e prazos inerentes ao projeto do *Astute* e não se provisionaram apropriadamente para os enfrentar.

Tentando cumprir os requisitos de prazos, o contratado principal iniciou a construção quando muito pouco do projeto se concluíra, causando ainda maiores dilatações. Em agosto de 2002, já com cinco anos de contrato, é que se determinou que o programa atrasara três anos e estava algumas centenas de milhões de libras acima do orçamento.

### *Dificuldades*

A grande mudança na atuação do governo para obter submarinos nucleares afetou uma complexa estrutura logística de obtenção formada em décadas de contínuo processo de desenvolvimento e defesa, com vários sistemas setoriais, impulsionados e liderados por um conhecedor e experiente arquivista técnico-gerencial-administrativo-financeiro, que era o MOD. Dessa mudança poderiam surgir benefícios. Mas surgiram no início grandes dificuldades.

Houve dificuldades no projeto. Pensava-se apenas numa atualização da classe *Trafalgar*, mas o projeto teve que ser mais extenso e complexo. O reator da classe *Vanguard* requeria um casco de maior

diâmetro e mais longo. A maioria dos sistemas e equipamentos de classes em serviço não se pôde aproveitar. A complexidade da integração de sistemas superou as expectativas. A dificuldade se agravou pela escassez de especialistas experientes. Suposições demasiadamente otimistas e fatores imprevistos também causaram problemas na fase inicial do projeto.

Houve dificuldades em ter especialistas experientes. Supunha-se que a redução de pessoal do governo e a transferência de responsabilidades para o setor privado resultassem em migração desses recursos humanos para o setor privado. Tal não aconteceu, pois muitos se aposentaram ou iniciaram outras carreiras.

Houve dificuldades no contratado principal: rotatividade excessiva de sua direção e gerência no programa; distanciamento físico do estaleiro; tensões com o estaleiro; não inclusão, na equipe de projeto do *Astute*, de projetistas experientes que trabalharam no *Vanguard*.

A instabilidade no contratado principal deu-se quando a British Aerospace comprou a GEC Marconi menos de três anos após o contrato, o que fez com que gerentes de projeto experientes deixassem o estaleiro.

Assim, houve perda de conhecimento técnico e experiência no MOD. Na atitude de *eyes on, hands off* do MOD, supunha-se que o contratado principal fosse capaz de entregar um submarino projetado e construído para cumprir os requisitos e especificações, sem a supervisão e a orientação do MOD. A presença do MOD no estaleiro reduziu-se a somente quatro pessoas, em vez das 50 existentes durante o

programa da classe *Vanguard*. Além disso, operadores e mantenedores experientes da RN pouco se envolveram no projeto. “No cômputo geral, o MOD estava rapidamente perdendo sua capacidade de ser um cliente bem informado e inteligente.” [4]

Houve perda de capacidade de trabalho especializado de estaleiro em submarinos nucleares. Quase 20 anos haviam passado desde o início do projeto do *Vanguard*, e alguns anos desde que o último dessa classe fora entregue. Além da retração de especialistas do MOD, comentada acima, o único estaleiro que projetara e construíra submarinos nucleares desde 1978 – o de Barrow-in-Furness – reduziu de 13 mil

para 3 mil sua força de trabalho. Artífices, técnicos, projetistas e engenheiros aposentaram-se ou migraram para outras carreiras. Barrow procurou preencher o vácuo deixado pelo hiato após a classe *Vanguard* dedicando-se a navios de superfície. Quando

se assinou o contrato do *Astute*, Barrow tinha projetos para um novo navio-tanque e navios anfíbios, muito menos complexos que submarinos nucleares. E os poucos especialistas em submarinos que ainda ficaram no estaleiro tiveram que se distribuir nesses projetos e no *Astute*.

Houve perda de capacidade de trabalho especializado no restante da base industrial de submarinos. O longo hiato entre a classe *Vanguard* e a *Astute* gerou uma interrupção de demanda na cadeia de fornecedores de equipamentos e serviços especializados em submarinos nucleares, certamente com efeitos semelhantes aos que houve no estaleiro de Barrow. Muitos dos equipamentos das classes *Trafalgar* e

**A presença do MOD no estaleiro reduziu-se a somente quatro pessoas, em vez das 50 existentes durante o programa da classe *Vanguard***

*Vanguard* que se pretendia utilizar na *Astute* não mais estavam disponíveis. “Muitos fornecedores aprovados haviam deixado a indústria quando as encomendas cessaram. Reestabelecer uma base apropriada de fornecedores demandou tempo e causou novos atrasos no projeto do *Astute*.” [4]

Houve descoordenação. “O projeto ocorreu quase sem envolvimento dos planejadores operativos da RN, dos construtores no estaleiro e dos mantenedores nas bases. As interações entre operadores, construtores e projetistas que existiram nos programas precedentes de submarinos faltaram completamente nos estágios iniciais do *Astute*.” [4]

Houve falta de planejamento e controle. “Um plano-mestre integrado para projetar e construir o submarino nunca chegou a ser desenvolvido completamente, e não houve nenhum processo para rastrear o progresso. A falta de um plano-mestre causou desconexões no processo de projeto e levou à decisão de iniciar a construção do submarino muito antes de o projeto estar completamente amadurecido. A falta de um sistema para rastrear o progresso significou que ninguém podia entender bem o que tinha sido realizado e quão atrasado estava o programa.” [4]

Houve otimismo excessivo e falta de conhecimento e experiência num caso notável: a utilização de software 3D CAD no projeto. A referência [4] examina detalhadamente esta dificuldade. Ela resultou em aumento de custos, em vez da redução esperada por ambas as partes durante as negociações de contrato. E só foi superada mediante assistência da General Dynamics Electric Boat, um dos dois projetistas e construtores de submarinos nucleares dos Estados Unidos. A assistência da Electric Boat ocorreu em 2003, seis anos após o contrato, por solicitação do MOD e mediante um acordo de vendas militares com os Estados Unidos. Aproximadamente cem experientes projetistas e gerentes da Electric Boat interagiram

com a BAE Systems. E designou-se uma pessoa da Electric Boat como diretor do Projeto *Astute* da BAE Systems no estaleiro de Barrow, responsável por todos os aspectos na entrega do submarino.

“Mediante as interações com a Electric Boat, o crescente conhecimento especializado do contratado principal e o maior envolvimento do MOD, a fase de projeto do Programa *Astute* começou a progredir.” [4]

Houve entraves na construção, resultantes do conjunto de dificuldades mencionadas acima. O hiato de quase 20 anos entre os projetos das classes *Vanguard* e *Astute* não resultou apenas em redução da força de trabalho especializada em submarinos: causou também desatualização, pois as práticas de produção não evoluíram tanto como nos Estados Unidos e em outros países. Além disso, “o conhecimento sobre a administração e gerência do complexo processo de construção e dos processos para assegurar sua qualidade se dissipou.” [4] E as vantagens de usar o 3D CAD não foram inicialmente aproveitadas na produção, onde os trabalhadores ainda estavam condicionados pelos métodos tradicionais de desenhos de construção em duas dimensões e *mock ups*. O início da construção ressentiu-se da falta de sistemas necessários para monitorar o progresso em todos os setores do programa, ainda em desenvolvimento. “Esses sistemas melhoraram muito pela aplicação de conhecimento e experiência dos Estados Unidos”, [4] com o desenvolvimento do plano-mestre integrado. O início da construção algo descoordenado, antes da conclusão dos desenhos detalhados, requereu novos trabalhos e aumentou os custos e os atrasos.

Houve dificuldades nos testes e no comissionamento. “Barrow não testara e comissionara um submarino nuclear em quase dez anos, e em quase 17 anos não testara e comissionara um primeiro submarino nuclear de uma classe.” [4] O impacto desses

hiatos causou problemas e atrasos. Não se elaborou um programa eficaz de testes e comissionamento quando se estabeleceram os requisitos de projeto para a plataforma, e não havia ligação entre cada requisito e o modo de testá-lo. Antes do *Astute*, a RN e o MOD eram os responsáveis pelos testes e pelo comissionamento. No *Astute*, esse papel foi transferido para o contratado principal. Mas este estava mal preparado para exercê-lo. Provavelmente, as dificuldades de testes e comissionamento poderiam ser amenizadas se o pessoal da Devonport Management Limited<sup>12</sup> tivesse participado. Devonport operava o estaleiro em Plynout, que fazia o reabastecimento nuclear e grandes reparos de todos os submarinos britânicos. “A falta de um programa estruturado de testes resultou em atrasos e dificuldades depois que o submarino foi lançado, em junho de 2007.”

Em suma, a complexa estrutura logística de obtenção de submarinos nucleares, formada em décadas de contínuo processo de desenvolvimento e defesa, desarticulou-se e atrofiou-se no longo hiato entre as classes *Vanguard* e *Astute*. A causa primária foi imporem-se radicalmente a essa estrutura doutrinas político-econômicas que exorbitaram seu campo de aplicação apropriado. A causa secundária foi a mudança nos requisitos para a classe *Astute*, decorrente do fim da Guerra Fria, que provavelmente atrasou em mais de cinco anos o contrato

para seu projeto e sua construção da classe *Astute*.

Embora abalada momentaneamente, a base logística de obtenção de submarinos nucleares do Reino Unido ainda se manteve vigorosa. Começou a recuperar-se com a modificação do contrato original, seis anos e meio após sua assinatura, e com o restabelecimento parcial das antigas responsabilidades, autoridade e atuação do MOD.

## RENEGOCIAÇÕES DO CONTRATO

**Em suma, a complexa estrutura logística de obtenção de submarinos nucleares, formada em décadas de contínuo processo de desenvolvimento e defesa, desarticulou-se e atrofiou-se no longo hiato entre as classes *Vanguard* e *Astute***

“Uma revisão dos problemas do programa levou a reconhecer-se que tanto o MOD como a indústria tinham subestimado as dificuldades de transferir a autoridade de projeto para um contratado inexperiente, especialmente com tantas mudanças no MOD e na indústria. O MOD percebeu que precisava reassumir alguns dos riscos que transferira para o contratado principal e mudar o seu nível de supervisão e envolvimento no programa”. [4] Trabalhou então com a BAE Systems para estabelecer novas condições contratuais.

Uma primeira modificação contratual ocorreu em dezembro de 2003, seis anos e meio após assinar-se o contrato original. Ela manteve as condições de custo-alvo mais taxa de incentivo para o primeiro submarino, porém adotou condições baseadas em custo real para o segundo e terceiro submarinos, ainda com taxas de incentivo

12 A maior parte do Devonport Shipyard foi privatizada, passando a denominar-se Devonport Management Limited, mais tarde comprada pela Babcock. Com a privatização, especialistas experientes passaram a fazer parte de uma empresa privada.

à redução de custos pelo contratado. Além disso, o MOD arcou com mais 430 milhões de libras, e o contratado mais 250 milhões.

Outras modificações foram feitas, restituindo ao MOD a autoridade de projeto e reconfigurando suas relações com o contratado e as bases para os contratos de cada um dos quatro últimos submarinos da classe.

Em 2007 ocorreu outra modificação, adicionando-se 580 milhões de libras ao preço do contrato, para levar em conta aumentos em custos inflacionários e suposições de prazo não cumpridas no estaleiro de Barrow, além de outras disposições incidentes sobre o segundo e terceiro submarinos.

Em vários aspectos, retornou-se à forma prevalecente nos contratos de submarinos nucleares que precederam a classe *Astute*.

## ESTADO ATUAL

“A construção dos submarinos da classe *Astute* melhorou mediante várias iniciativas de direção e gerência implementadas pelo MOD e a BAE Systems.” [4] Houve várias providências no processo produtivo. E houve também no papel dos trabalhadores peças-chave para reduzir o total de homens/hora necessários.

“Reconhecendo que não podia transferir muitos riscos para o contratado principal e que teria de assumir uma atitude de ‘mão na massa’, em 2003 o MOD aumentou sua presença de supervisão no estaleiro de Barrow.” [4] Agora ali existem 30 pessoas do MOD no Programa *Astute*. Elas integram com os projetistas e construtores do estaleiro, ajudam a tomar decisões em

modificações nos requisitos de contrato e dão ao MOD informações sobre o estado do programa. “O MOD está agora totalmente integrado com a equipe do contratado principal e desempenhando um papel de tomada de decisão quando surgem questões durante o projeto e a construção.” [4]

A administração da cadeia de fornecedores também melhorou muito, com ações periódicas e conjuntas do MOD, BAE Systems e fornecedores, visando à solidez dos fornecedores, ao compartilhamento das melhores práticas para reduzir custos, ao exame geral de futuros programas e os desafios a superar. Dez fornecedores abrangem 70 por cento do valor material do submarino.

O MOD e a BAE Systems também trabalharam juntos para reduzir os custos dos quatro últimos dos sete submarinos, aprovei-

tando as lições obtidas no Programa Virgínia, da Marinha dos EUA.

Em 27 de agosto de 2010, o *Astute* foi comissionado na RN, embora sem ter concluído todos os testes e provas, e com algumas questões ainda não resolvidas<sup>13</sup>. O *Ambush*, segundo da classe, foi lançado em janeiro de 2011. Estão sendo construídos o terceiro, o quarto e o quinto submarinos, com encomendas para equipamentos de longo prazo de entrega para o sexto submarino.

## APOIO LOGÍSTICO INTEGRADO

Até a classe *Vanguard*, a Base Naval em Faslane (Escócia) e os estaleiros de Devonport (Plymouth) e Rosyth (Escócia)

**Dez fornecedores abrangem  
70 por cento do valor  
material do submarino**

13 Segundo a referência [4], pessoas entrevistadas consideram que ainda existem questões não solucionadas e que algumas lições decorrentes do projeto e construção do primeiro submarino não estão sendo incorporadas nos submarinos seguintes.

faziam a manutenção dos submarinos da RN. Faslane executava reparos moderados, e os estaleiros realizavam os reparos maiores e o reabastecimento de combustível nuclear. Atualmente, só Devonport faz o reabastecimento de combustível nuclear. A partir da década de 1980, a administração dos estaleiros e, depois, a propriedade, passaram para o setor privado, mas “as várias organizações envolvidas no apoio aos submarinos em serviço desenvolveram conhecimento especializado e experiência em manutenção de submarinos, tendo o MOD como participante principal em manutenção de submarinos. O estaleiro construtor em Barrow prestava pouco ou nenhum apoio aos submarinos em serviço.” [4]

No contrato da classe *Astute*, procurou-se mudar a abordagem tradicional de apoio em serviço. Nele se incluiu apoio para vários submarinos/ano pelo estaleiro construtor, esperando-se que esse apoio se prolongasse e que, assim, o submarino fosse projetado para reduzir seus custos de manutenção. O contratado principal demonstraria a confiabilidade dos vários sistemas e descreveria o plano de manutenção e os resultantes custos de apoio em serviço. “O foco em custos totais do submarino até sua baixa do serviço ativo era importante porque os custos em serviço de um submarino nuclear geralmente excedem em muito seu custo inicial de obtenção”. [4]

Tal como costuma acontecer em muitos programas, o foco predominante acabou sendo o controle dos custos de obtenção. Além disso, ao contratante principal faltavam conhecimentos especiais para entender completamente os requisitos, riscos e custos do apoio em serviço. Assim, quando o contrato original entrou em vigor, em 1997, concordou-se em postergar o estabeleci-

mento dos elementos de custos associados com Apoio Logístico Integrado (ALI). E na renegociação do contrato, em 2003, removeu-se a cláusula sobre apoio em serviço, porque “o contratado principal ainda não era capaz (ou não desejava) quantificar o risco e oferecer um preço.” [4] Voltou-se, então, à abordagem tradicional de apoio a submarinos em serviço, e o foco do projeto *Astute* foi o de sua produção ter o menor custo possível. Além disso, durante o projeto, a BAE Systems interagiu pouco com os mantenedores de submarinos (Babcock, proprietária do estaleiro de Devonport) e a Rolls-Royce, não se beneficiando do seu conhecimento e experiência<sup>14</sup>.

Mesmo voltando à abordagem anterior de manutenção de submarinos em serviço, o MOD tem desafios para seu planejamento e execução. É necessário que a BAE Systems transmita eficazmente os dados necessários às organizações de apoio. Só o tempo é que poderá permitir comparar os custos de manutenção da classe *Astute* com os das classes precedentes. “Uma vantagem será a vida prolongada do núcleo do reator nuclear, que evitará um reabastecimento longo e dispendioso.” [4]

A manutenção em serviço de todos os submarinos do Reino Unido deve ser melhorada pela SEPP (Submarine Enterprise Performance Programme), associação proposta entre o MOD, a Babcock, a BAE Systems e a Rolls-Royce.

## LIÇÕES DO PROGRAMA ASTUTE

A referência [4], elaborada para o Ministério da Defesa do Reino Unido, identificou várias lições no Programa *Astute*. Ao enunciá-las, referiu-se frequentemente ao MOD. Muitas dessas lições aparecem

14 Ainda assim, “várias pessoas entrevistadas sugeriram que o *Astute* terá uma ”pacote” de manutenção melhor do que os de submarinos precedentes.” [4]

no texto abaixo e também serão úteis a ministérios da Defesa de países com programas navais de grande complexidade. Por isso, relatando-as e comentando-as, usaremos a expressão Ministério da Defesa para denotar sua aplicação a vários países, reservando a abreviatura MOD apenas quando a observação aplicar-se somente ao Ministério da Defesa do Reino Unido.

### Lições estratégicas de alto nível

1 – O Ministério da Defesa deve ser um cliente inteligente e bem informado.

Um cliente inteligente e bem informado entende as implicações de várias decisões, conhece o estado do programa e as ocasiões e setores em que são necessárias correções. Não deve deixar-se influenciar por exposições com *slides* que prometam grandes vantagens de novos processos ou sistemas, mas que requeiram conhecimentos especializados e não disponíveis para avaliá-los bem.

Comentário: Antes do Programa Astute, o MOD era um cliente bem informado, com toda a estrutura técnica e gerencial necessária, construída em décadas de sucessivos projetos e construções de classes de submarinos não nucleares e nucleares. Sob pressão para reduzir os gastos do governo e seu envolvimento com a indústria, essa estrutura parcialmente se desfez, até que seis anos de maus sucessos levaram a reconstruída.

2 – Devem ser delineados os papéis e as responsabilidades do Ministério da Defesa, do contratado principal e dos subcontratados.

Certos riscos são de responsabilidade única do Ministério da Defesa. Aí se incluem os que se referem à obtenção do desempenho militar desejado e à segurança de operações. No Programa Astute, o MOD inicialmente transferiu para o setor privado

importantes responsabilidades e riscos. Entre as responsabilidades transferidas, a principal foi a de autoridade do projeto. Entre os riscos, avultaram os financeiros num contrato de preço fixo mais incentivos. Quase sete anos mais tarde, diante de maus resultados, teve que reassumir a função de autoridade do projeto e compartilhar riscos financeiros ao renegociar o contrato.

Outros riscos são compartilhados pelo Governo e pelo contratado principal. No entanto, o Governo deve fazer tudo ao seu alcance para manter custos e prazos nos limites prescritos. Para isso, deverá monitorar o desempenho do contrato, interagir com o contratado e incentivá-lo a cumprir os marcos de prazos e custos.

O contratado também enfrenta riscos. No entanto, mesmo que ele vá à falência, o Ministério da Defesa continua a ser o responsável pela defesa da nação. Quanto à segurança, embora o contratado enfrente riscos, o Ministério da Defesa sempre será o responsável pela saúde e pelo bem-estar dos seus marinheiros. Para o *Astute* e os submarinos precedentes, o MOD é a autoridade final de aprovação para todos os casos de segurança do produto [4].

Pelo menos as seguintes responsabilidades devem ser assumidas pelo Ministério da Defesa:

a) Estabelecer os requisitos operacionais, trabalhando com a indústria, a sua Marinha e com outras entidades participantes.

b) Avaliar as questões técnicas e de segurança. A diretriz do MOD é manter os riscos de segurança tão baixos quanto possível.

c) Supervisionar e monitorar o processo de projeto, para assegurar que os requisitos e padrões sejam atendidos e, quando necessário e possível, conceder concessões nesses requisitos. Os padrões devem ser revistos regularmente, e o contratado deve concordar com eles no início do programa.

d) Supervisionar e monitorar o processo de construção, para assegurar a entrega dentro do prazo e custo previstos.

e) Assegurar a qualidade e a aceitabilidade da construção, desenvolvendo um processo de testes, provas, comissionamento e aceitação que assegure a entrega do submarino segundo os requisitos do projeto.

f) Assegurar a segurança, a manutenção e o controle do projeto após a entrega do submarino.

3 – Deverá haver pessoas com o necessário conhecimento especializado e experiência em posições de direção, gerência, supervisão e apoio técnico, tanto no Ministério da Defesa como no contratado principal e nos subcontratados. É importante haver continuidade nas lideranças e nas composições de equipes.

Comentário 1: A preparação de pessoas para essas posições consiste em formação adequada e participação em complexos programas navais precedentes. Como estes são raros em países de desenvolvimento retardado, neles a preparação é problemática, ou mesmo impossível.

Comentário 2: A dificuldade de haver pessoas com conhecimento e experiência em projetos de submarinos para ocuparem posições num projeto seguinte está sendo antevista nos EUA e no Reino Unido, onde um longo hiato já existe ou se prevê entre a última classe projetada (*Virginia* e *Astute*, respectivamente) e as seguintes. Consulte-se a referência [10], elaborada pela Rand Corporation para a Marinha dos Estados Unidos.

4 – O Ministério da Defesa e sua Marinha devem ter uma visão estratégica de

longo prazo da força de submarinos e da base logística de defesa.

“Um programa específico é somente um degrau na formação de uma capacidade militar bem-sucedida e da base logística de defesa necessária para prover e manter essa capacidade.” [4]

Comentário: Nessa visão estratégica, avulta a questão de longos hiatos entre projetos de classes consecutivas, já mencionada em comentário acima, mas que se estende, embora amenizada, à manutenção em serviço e à modernização de sistemas de submarinos.

### Estabelecimento de requisitos operacionais

**“Um programa específico é somente um degrau na formação de uma capacidade militar bem-sucedida e da base logística de defesa necessária para prover e manter essa capacidade”**

As decisões iniciais num programa naval influem muito no seu risco tecnológico e na probabilidade de sucesso. Nessas decisões destacam-se os requisitos operacionais, que se transformam em especificações de desempenho e resultam nas escolhas de tecnologias para cumprir os requisitos. “Os requisitos

operacionais também influem no planejamento do apoio logístico integrado, especialmente a disponibilidade desejada.” [4]

No caso do Programa Astute, os problemas pouco se relacionaram com os requisitos operacionais. Resultaram principalmente da radical mudança na atuação do governo para a obtenção de submarinos e da evolução no cenário de ameaças decorrente do fim da Guerra Fria. Ainda assim a referência [4] alinha as lições seguintes:

5 – Os requisitos operacionais devem ser estabelecidos claramente, como uma combinação de requisitos básicos de desempenho e padrões técnicos. Mudanças de

requisitos no decorrer de um programa podem causar aumentos de custo e de prazos.

No *Astute*, devido à mudança da atuação do Governo para obter submarinos, o MOD teve que tornar a competição pelo contrato acessível a possíveis concorrentes sem experiência em projeto e construção desse tipo de navio. Mas precisou garantir a segurança e o desempenho requeridos. Certamente por isso, os requisitos acabaram sendo uma combinação de objetivos de alto nível com uma miríade de requisitos técnicos. Porém, essa atitude cautelosa causou dificuldades e consequentes atrasos e custos. Foi depois amenizada. Com o projeto já adiantado, pôde ser substituída na renegociação do contrato, em 2003.

Comentário: Contratar o projeto e a construção de um submarino utilizando apenas alguns requisitos de alto nível e padrões técnicos parece viável se já houver um bom projeto de concepção/exequibilidade e potenciais contratados principais que sejam conhecedores experientes de projeto e construção de submarinos. Tal não foi o caso do *Astute*. Dos potenciais contratados principais, somente a VSEL era conhecedora e experiente. Além da VSEL, o conhecimento e experiência se concentravam no MOD, na RN e nas bases e estaleiros mantenedores de submarinos, além da Rolls-Royce para a parte nuclear. Diante disso, a dificuldade inicial de estabelecer os requisitos para o *Astute* era quase insuperável. Após assinar-se o contrato original, a diretriz de *eyes on, hands off* do MOD tornou mais problemáticos os primeiros anos do programa. Supomos que *eyes on, hands off* tenha sido coerente com orientação geral de retração do Governo e máximo envolvimento do setor privado, mais tarde amenizada.

6 – O estabelecimento dos requisitos operacionais deve envolver todas as organizações apropriadas.

A direção e a gerência do programa devem ser apoiadas por uma equipe técnica, operativa e administrativa especializada, principalmente para estabelecer os requisitos no início do programa. Aí entram as missões e capacidades requeridas pela Marinha, as informações de especialistas em manutenção sobre a influência de requisitos operativos nos custos de apoio e as informações de projetistas e construtores experientes sobre dificuldades e custos para cumprir certos requisitos operativos.

Comentário: Tudo isso pressupõe existir uma Base Logística de Defesa bem desenvolvida. Na sua ausência, grandes obstáculos existem. Só por um processo gradual e constante serão superados.

7 – A direção e a gerência do programa devem entender o estado corrente da tecnologia nas áreas aplicáveis aos seus programas e o impacto dos requisitos operacionais sobre os riscos e custos tecnológicos.

Comentário: Para isso, ela precisará apoiar-se numa estrutura técnico-operativa-gerencial atualizada e experiente, formada em sucessivos e complexos programas de projeto e construção de navios de guerra, parte da Base Logística de Defesa.

8 – A cada requisito operacional especificado, deverá corresponder a especificação de como será testado para verificar-se o seu cumprimento.

“A atitude de *hands off* do MOD durante os primeiros anos do Programa *Astute* foi causa (ou consequência) da desativação ou da redução das organizações técnicas do MOD e da RN que haviam supervisionado os testes e comissionamentos de todos os submarinos nucleares precedentes do Reino Unido.” [4] Sem esse conhecimento especializado, os testes e provas não foram devidamente focalizados durante as negociações de contrato e os primeiros anos do programa. O planejamento de testes e comissionamento só começou cerca de cinco anos após a assinatura do contrato.

## Estabelecimento do contrato

9 – Deve-se cogitar a realização do projeto de detalhamento e a construção por um contratado principal experiente.

“Se uma única empresa realizar todo o projeto de detalhamento (baseada nos estudos de concepção e exequibilidade realizados pelo Ministério da Defesa) e também a construção do submarino, haverá vantagens para integrar todo o processo de projeto com o de construção, e reduzir más interpretações. Porém, no caso do *Astute*, o problema nas primeiras fases resultou da inexperiência do contratado principal e da falta de integração entre as equipes de projeto e de construção.” [4]

Comentário: Veja-se o comentário à lição 5 acima.

10 – Deve-se usar uma estrutura contratual com cláusulas apropriadas para tratar dos riscos no programa.

“Tentando evitar custos crescentes, o MOD conseguiu que o contratado principal concordasse em assinar um contrato de preço máximo fixo. Infelizmente, o MOD e o contratado principal subestimaram os riscos do longo hiato entre o Programa *Astute* e o seu predecessor, bem como o risco da transferência de responsabilidades para o contratado principal. Além disso, superestimaram as reduções em custo e a eficiência do *software* 3D CAD e do processo de construção modular. Daí resultou um programa irrealizável pelo preço do contrato original.” [4]

“Contratos de preço fixo são apropriados quando pequenos são os riscos e as incertezas, e poucas mudanças se esperam durante o projeto e a construção.” [4] Ainda que o governo tente atribuir todos os riscos a um contratante mediante um contrato de preço fixo, é sobre o governo que recairão todos os riscos em última instância. É bem melhor uma estrutura contratual que atribua

ao contratado os riscos sob seu controle (índices salariais, produtividade, custos de material, etc.) e que atribua ao governo os demais riscos.

“Os riscos técnicos devem ser identificados ainda cedo.” [4]

11 – Devem ser feitas estimativas realistas de custo para projetar um novo submarino e construí-lo segundo o projeto.

Comentário: Essas estimativas realistas são muito difíceis para países que raramente, ou nunca, projetaram e construíram submarinos.

12 – Decisões sobre os equipamentos a serem fornecidos pelo Governo e sobre os que serão obtidos pelo contratado principal devem basear-se em vários fatores.

Um dos fatores mais importantes é a identificação da parte contratante – Governo ou contratado principal – que estará em melhor situação para gerenciar o subcontratado de cada equipamento e sua integração no submarino. No caso da NSRP da classe *Astute*, seria vantajoso para o MOD fornecê-la, dado o volume financeiro de contratos de longa duração do MOD com a Rolls-Royce e da experiente interação dessas duas partes contratantes. Para o MOD, haveria vantagens na obtenção das NSRPs e também no apoio aos submarinos em serviço.

13 – Deve-se formular um processo para minimizar e administrar mudanças.

“Para controlar custos, O MOD procurou minimizar mudanças durante o Programa *Astute*. Mas ocorreram mudanças até mesmo em fases adiantadas. Além disso, a transferência da autoridade do projeto do MOD para o contratado principal e a atitude de *eyes on, hands off* do MOD tornaram mais difícil minimizar e administrar mudanças. Mesmo assim, no Programa *Astute* identificaram-se mudanças essenciais, mas elas não puderam ser implementadas da maneira mais oportuna.” [4]

“Ocorrem mudanças durante qualquer programa. Elas podem incidir sobre o desempenho esperado para a plataforma, sobre os sistemas e equipamentos utilizados para conseguir o desempenho, sobre a programação do projeto e sobre as responsabilidades das organizações nele envolvidas, na construção e nos testes e provas. Mudanças podem afetar o custo, os prazos e a capacidade militar.” [4]

É importante que a direção e gerência do programa compreendam todo o impacto que mudanças propostas poderão causar e que tenham um procedimento para aprová-las ou rejeitá-las e também para implementar as aprovadas nas ocasiões mais oportunas.

“Para entender o efeito de mudanças propostas, é necessário contar com pessoas especializadas em engenharia e custos, além de contratados.”

Comentário: Como regra geral, quanto mais tardias forem as mudanças, maior será seu impacto sobre custos e prazos.

14 – Deve-se estabelecer um mecanismo de monitoramento do progresso do contrato e de eventos de pagamento, bem como um processo completo de tomada de decisões.

“Durante os primeiros anos do Programa Astute, não houve mecanismos eficazes para monitorar o progresso do projeto e da construção do submarino. Isso impossibilitou o MOD, e até mesmo o contratado principal, de reconhecer os crescentes problemas do programa.” [4] Tal situação começou a mudar quando o MOD e o contratado principal, com assistência da Electric Boat dos EUA, instalaram um sistema denominado *earned value management* (administração de valor ganho). Este, porém, precisa ser projetado adequadamente para produzir resultados realmente úteis.

Os eventos de pagamento devem estar ligados a marcos técnica e fisicamente importantes do programa, numa progressão física

bem definida. Deverá haver recursos para enfrentar dificuldades que possam aparecer.

Comentário: Entre os requisitos de eventos de pagamento, incluem-se os de entrega de documentação técnica aprovada. Muitos contratados relutam em cumprí-los.

15 – No contrato deve-se incluir um adequado fundo de reserva para contingências.

“No Astute, não houve fundos de contingência adequados para administrar os riscos e mudanças no programa. Um projeto normalmente complexo teria um fundo de contingência de 10 a 15 por cento, ou ainda maior. No *Astute*, ele era de 5 por cento.” [4]

Quanto maiores forem os riscos, maiores deverão ser os fundos de contingência.

### Projeto e construção do submarino

16 – Do processo de projeto, deverão participar construtores, mantenedores, operadores, fornecedores-chave e a comunidade técnica.

“É importante considerar a equipe de projeto do submarino como uma colaboração de projetistas e engenheiros com profissionais que deverão construir o submarino e depois operá-lo e mantê-lo.” [4] Esta colaboração deverá estender-se enquanto o programa durar.

Durante todo o projeto e a construção, é preciso lembrar que o apoio logístico integrado do submarino deverá ser eficaz, mas de custo suportável.

17 – As margens de projeto especificadas para o submarino devem ser adequadas e bem controladas durante o projeto e a construção.

Esta lição, como quase todas as outras, aplica-se a praticamente todos os navios de guerra. As margens referem-se a peso, estabilidade, potência, condicionamento de ar e largura de banda. Elas são consumidas durante o projeto, a construção e a vida útil do navio. São importantes para o desempe-

nho do navio desde o comissionamento, e também para sua modernização. No *Astute*, não foram causa de problemas.

18 – O projeto deve prever espaços e rotas para remoção de equipamentos avariados ou obsoletos.

“A vida útil de um submarino é tipicamente mais longa do que as de algumas tecnologias incorporadas no projeto, principalmente as de equipamentos de comando, controle, comunicações, computadores e inteligência (C4I). Para esses equipamentos, o projeto deve incorporar modularidade e interoperabilidade.” [4]

“As arquiteturas de dados e informações devem ser desenvolvidas para permitir a instalação de equipamentos eletrônicos em fases tão mais avançadas da construção quanto possível, para obterem-se benefícios de rápidas mudanças em tecnologia de informações. Arquiteturas abertas serão úteis na integração de equipamentos e em futuros esforços de modernização.” [4]

19 – Antes de iniciar-se a construção, a maioria dos desenhos deverá estar concluída.

Tentativas de começar a construção com pequena fração dos desenhos concluída resultam em perdas de trabalho e em ineficiências. A maioria dos modelos de produtos gerados por *software* 3D CAD deverá estar concluída. Esses modelos de produtos facilitam o projeto e a construção, mas precisam estar concluídos para auxiliarem os fabricantes a encomendar materiais e fazer *download* de dados de fabricação em máquinas de controle numérico. A conclusão dos modelos de produto tridimensionais assegura que todas as peças se ajustem e minimiza dispendiosos retrabalhos. Uma boa regra aproximada é ter-se 80 por cento ou mais do modelo de produto eletrônico concluído ao iniciar-se a construção.

20 – Deve-se desenvolver um plano-mestre integrado para sequenciar os eventos de projeto e construção.

“Um aspecto que dificultou que o MOD percebesse os problemas de programação do *Astute* foi a falta de um preciso plano-mestre integrado.” [4] Uma programação global e integrada deve detalhar as tarefas, os eventos e os produtos gerados durante o projeto e a construção do submarino. Deve mostrar a ordem das tarefas e dos eventos e suas inter-relações. E pode indicar o caminho crítico para realizar o programa e o impacto de atrasos em quaisquer tarefas sobre os prazos deste.

O plano-mestre integrado deve listar as múltiplas tarefas necessárias à realização de um evento e considerar as tarefas e eventos para o contratado principal e também para os subcontratados de sistemas e equipamentos principais. Ele deve ser continuamente atualizado.

O desenvolvimento e gerenciamento do plano-mestre integrado requer recursos e verbas. Ele é o primeiro passo para entender-se o estado do programa. Para gerenciar o progresso do programa, é necessário um segundo passo, alvo da lição seguinte.

21 - Deve-se ter um sistema de gerenciamento para monitorar o progresso do projeto e da construção.

“Durante os primeiros anos do Programa *Astute*, não houve um sistema eficaz para monitorar o progresso do projeto e da construção. Mais tarde, passou-se a usar o sistema EVM (‘gerenciamento do valor ganho’). Porém o uso do EVM foi uma mudança cultural para o estaleiro. Às vezes, os trabalhadores achavam difícil alocar os dados apropriados no projeto ou tarefa corretos.” [4]

Um sistema de contabilidade de custos preciso é um pré-requisito necessário para um significativo EVM.

Seja qual for o sistema de medição do progresso que se use, é importante que ele seja eficaz para monitorar o progresso e prever custos e o estado do progresso do programa.

22 – É necessário assegurar supervisão suficiente do Ministério da Defesa no estaleiro durante o projeto e a construção.

“No início do Programa Astute, a supervisão do MOD no estaleiro de Barrow reduziu-se muito, resultante do movimento de controle de gastos do Governo. Essa falta de supervisão impediu o MOD de perceber os problemas de projeto e construção que estavam surgindo durante os primeiros anos do programa.” [4] Desde então, o MOD passou a ter aproximadamente 30 pessoas no estaleiro, em vez de dois oficiais de Marinha e dois civis.

A forte supervisão do Ministério da Defesa no estaleiro destina-se a garantir que a construção não se desvie do projeto, a assegurar conformidade com os procedimentos de qualidade e testes e a manter o Ministério da Defesa informado dos desafios que o programa enfrenta.

Os representantes do Ministério da Defesa no estaleiro devem ser experientes nos aspectos técnicos e gerenciais da geração e entrega de um submarino. Também devem ter alguma capacidade de tomar decisões, para facilitar concessões em desvios que tenham somente pequeno impacto sobre custo, prazos e desempenho.

23 – Deve-se desenvolver um completo e adequado programa de testes e provas.

Este assunto já foi abordado na Lição 8. Os procedimentos de testes e provas deverão ser formulados durante o período de projeto. Nos testes e provas deverão envolver-se as organizações de projeto e de construção, a comunidade técnica e a Marinha.

### **Planejamento do apoio logístico integrado**

Um submarino geralmente é comissionado após dez anos ou mais do início de seu projeto. No entanto, o planejamento do apoio logístico precisa ocorrer bem cedo, para influenciar o projeto e a construção e

orientar o estabelecimento de instalações, contratos e procedimentos que serão capazes de assegurar a disponibilidade desejada para o submarino.

Em geral, os custos de operação e apoio durante toda a vida útil do submarino são muito superiores ao custo inicial de sua obtenção. Ainda assim, este último costuma ser o foco de atenções.

24 – Deve-se estabelecer um plano estratégico de ALI durante a fase de projeto de um novo programa.

O plano de ALI começa com a formulação do Conceito de Operação e Manutenção do submarino, envolvendo operadores e mantenedores. Nele se deve reconhecer a necessidade de períodos para manutenções preventiva, corretiva e modernizações de equipamentos. Daí deverá resultar um ciclo periódico de treinamento, operações e manutenção que se repetirá durante toda a vida útil do submarino.

Um plano estratégico de ALI deve basear-se nos seguintes princípios:

- máxima padronização possível de equipamentos;
- testes de confiabilidade de equipamento, como base para a disponibilidade desejada; e
- facilidade de acesso para manutenção.

Para formular um plano de manutenção, é necessário bom entendimento de confiabilidade e manutenibilidade de equipamentos e de controle de corrosão do casco. Isto implica interações frequentes da autoridade de projeto com os fabricantes originais de equipamentos, para obterem-se dados. Estes devem originar-se de competentes bases de dados.

Os dados de manutibilidade e confiabilidade de equipamentos devem ser avaliados diante do perfil de missões do submarino. Quando equipamentos e sistemas forem comuns a vários submarinos, essa avaliação será mais fácil.

O plano estratégico de ALI deve indicar os períodos e locais de realização de treinamentos, manutenções e modernizações, e as organizações que realizarão tais atividades. As épocas de manutenção dependerão da confiabilidade dos equipamentos.

É importante incluir modernizações no plano de ALI. Alguns equipamentos terão que ser atualizados durante a vida útil do submarino, particularmente os eletrônicos. Estabelecendo-se atualizações periódicas para *hardware* e *software*, determina-se um ritmo para modernizações no programa.

Comentário: Tudo isso requer a existência de uma equipe estável de ALI com formação adequada, que atue durante as fases de projeto, construção, avaliações e comissionamento do submarino. Após o comissionamento, parte dessa equipe deverá dedicar-se à manutenção e ao aperfeiçoamento do ALI para a classe de submarinos em serviço.

25 – Devem-se prover e manter fundos adequados para desenvolver um plano de ALI.

É importante que haja fundos adequados para desenvolver e manter o plano de ALI. Eles devem ser protegidos durante o projeto e a construção dos submarinos.

Comentário: A tendência é não prover fundos adequados e, além disso, desviá-los para outras necessidades de projeto e construção que deveriam ser atendidas por fundos de contingência entre 5% e 10% do valor do contrato de obtenção do submarino. Daí resultam problemas crônicos de ALI e, conseqüentemente, redução da disponibilidade e da confiabilidade do submarino, além de possível aumento dos seus custos de operação e manutenção.

## **APÊNDICE: MARCOS CRONOLÓGICOS DO PROGRAMA ASTUTE**

Anos 80 – Estudos iniciais para uma classe sucessora da *Trafalgar*. Os sub-

marinos dessa classe sucessora, originalmente designados por SSN20, seriam não evolutivos, com inovações e outros recursos que lhes dariam capacidade operativa muito superior ao da classe *Trafalgar*.

Pouco antes de novembro de 1989 – Término dos estudos de exequibilidade da SSN20.

Novembro de 1989 – Cai o Muro de Berlim. O final da Guerra Fria mudou o cenário de ameaças, e um novo conjunto de requisitos foi estabelecido sob o título de Classe *Trafalgar*, Lote 2 (B2TC).

1990 – Reinício de estudos para o submarino B2TC.

Junho de 1991 – Iniciam-se os estudos de exequibilidade para a B2TC, evolutivo, derivado da *Trafalgar*.

1992 – Adjudicação de estudos de contrato para potenciais contratados principais para o B2TC. Eles eram: 1) VSEL (Vickers Shipbuilding Engineering Limited); 2) GEC Marconi; 3) Rolls-Royce and Associates; 4) British Aerospace.

1993 – O Reino Unido anuncia planos para reduzir sua força de submarinos para 16 submarinos nucleares.

Fevereiro de 1993 – Batimento de quilha do HMS *Vengeance*, último submarino da classe *Vanguard*.

Outubro de 1993 – Solicitação inicial de propostas para o B2TC.

Julho de 1994 – Solicitação final de propostas para projeto e construção dos primeiros três submarinos da classe, com opção para mais dois.

Julho de 1994 a junho de 1995 – Competição entre a GEC Marconi e a VSEL para construir a classe *Astute*.

Maiο de 1995 – A GEC Marconi se reorganiza, dissolvendo a Naval Systems and Marconi Radar and Control. A companhia cria uma nova divisão: Marconi Major Prime Contracts.

Junho de 1995 – A GEC Marconi adquire a VSEL e passa a operá-la como GEC Marine.

Dezembro de 1995 – A GEC é identificada como o licitante preferido do MOD.

Novembro de 1996 – A GEC reduz seu preço em várias centenas de milhões de libras.

Março de 1997 – O contrato para construir os três primeiros é assinado com a GEC, ao preço de 2,4 bilhões de libras.

1998 – A Strategic Defence Review anuncia uma redução para 14 submarinos até 2006 (dez SSNs e quatro SSBNs).

Setembro de 1998 – Lançamento do *Vengeance* no estaleiro de Barrow.

Novembro de 1999 – Comissionamento do *Vengeance*.

Novembro de 1999 – A British Aerospace e a Marconi Electronic Systems se fundem para se tornarem a BAE Systems.

Janeiro de 2001 – Batimento de quilha do *Astute*.

2002 (meados) – Começam a emergir sinais da extensão dos problemas no contrato e seu efeito sobre custos e prazos. Estimaram-se um atraso de pelo menos três anos, e custo de várias centenas de milhões de libras acima do orçamento.

2003 – O Defence White Paper reduz o número de SSNs para oito.

2003 – O MOD solicita a ajuda da General Dynamics Electric Boat, mediante um “military sales agrément” com os EUA.

2003 – O MOD aumenta sua presença de supervisão no estaleiro em Bath.

Fevereiro de 2003 – O MOD e a BAE Systems chegam a um acordo sobre um novo contrato.

Outubro de 2003 – Batimento de quilha do *Ambush*.

Dezembro de 2003 – O MOD e a BAE Systems assinam uma emenda sobre novas linhas básicas para o contrato.

Março de 2005 – Batimento de quilha do *Artful*.

2007 – Nova modificação no contrato, para incorporar aumento em custos inflacionários.

Maio de 2007 – O MOD adjudica à BAE Systems um contrato para começar a construir o quarto submarino da classe, o *Audacious*.

Junho de 2007 – Lançamento do *Astute*.

Outubro de 2007 – O *Astute* faz seu primeiro mergulho.

Novembro de 2009 – O *Astute* deixa Barrow para sua base operacional de Faslane, após cumprir com êxito a primeira fase das provas de mar.

Março de 2010 – O MOD autoriza a BAE Systems a iniciar a construção do quinto submarino da classe e a procurar os itens de longo prazo de entrega para o sexto.

Agosto de 2010 – Comissionamento do *Astute*.

Janeiro de 2011 – Lançamento do *Anbush*.

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:  
<EDUCAÇÃO>; Escola Naval; Escola Naval chinesa; Visita à China;

## REFERÊNCIAS

- [1] Estratégia Nacional de Defesa – 2ª Edição -- Ministério da Defesa – Brasil – dezembro de 2008.
- [2] Learning from Experience, Volume I: Lessons from the Submarine Programs of the United States, United Kingdom and Australia – John F. Schank, Robert E. Murphy, Mark V. Arena, Gordon T. Lee – Rand Corporation – National Defense Research Institute – 2011
- [3] MG-1128/2 – NAVY, Learning from Experience, Volume II: Lessons from the U. S. Navy Ohio’s, Seawolf and Virginia Submarine Programs.
- [4] MG-1128/3 – NAVY, Learning from Experience, Volume III: Lessons from the United Kingdom’s *Astute* Submarine Program
- [5] MG-1128/4 – NAVY, Learning from Experience, Volume IV: Lessons from Australia’s *Collins* Submarine Program
- [6] “A Busca de Grandeza V” – Vice-Almirante (Ref<sup>o</sup>-EN) Elcio de Sá Freitas – *Revista Marítima Brasileira* – 3º trimestre de 2011.
- [7] “A Busca de Grandeza VI” – Vice-Almirante (Ref<sup>o</sup>-EN) Elcio de Sá Freitas – *Revista Marítima Brasileira* – 4º trimestre de 2011.
- [8] “A Busca de Grandeza VII” – Vice-Almirante (Ref<sup>o</sup>-EN) Elcio de Sá Freitas – *Revista Marítima Brasileira* – 2º trimestre de 2012.
- [9] “A Busca de Grandeza IX” – Vice-Almirante (Ref<sup>o</sup>-EN) Elcio de Sá Freitas – *Revista Marítima Brasileira* – 4º trimestre de 2012.
- [10] Sustaining U.S. Nuclear Submarine Design Capabilities – Schank, John F. et al – Rand Corporation , MG-608-NAVY, 2007.